



## **Středoškolská technika 2017**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Jednotka - Karát**

**Pavla Šnajdrová, Caroline Škorňová**

Gymnázium Josefa Božka  
Frýdecká 689/30, Český Těšín

## **Anotace**

V naší práci SOČ jsme zaměřily na jednotku Karát ze semínek Rohovníku obecného, která se ve středověku používala k měření hmotnosti zlata. Chceme touto prací vysvětlit, jak byl Rohovník obecný důležitý z hlediska historie, jeho použití a význam jako měřicí jednotky z přírodního materiálu. Zjišťovaly jsme, zda můžeme použít tato semínka jako měřicí jednotku i v dnešní době.

Práce je zaměřena na přesné ověření velikosti dané jednotky a na její použití při měření hmotnosti i v dnešní době stejným způsobem. K měření jsme měly velmi citlivé váhy a použily jsme nejmodernější metody k měření rozměrů těles pomocí CCD kamery.

Chceme dokázat, zda ve středověku museli zlatníci semínka přebírat k nalezení vhodného vzorku nebo lze vybrat jakýkoliv vzorek semínek.

Podarilo se nám určit vítězný vzorek. Dokázaly jsme, že můžeme vytřídit vhodná semena a použít tento vzorek jako jednotku Karát i v dnešní době.

## **Klíčová slova**

Karát; jednotka hmotnosti zlata; Rohovník obecný;

## **Annotation**

In our SOČ study, we measured unit Carat from seeds of the carob, which was in the Middle Age used to measure the weight of gold. We want to explain, how the carob tree was important in terms of history, what was its use, its importance when using the measurement unit of natural material in this work. We wanted to find out if we could use this seeds as a unit of measurement today.

The study is aimed at verifying the exact size of the unit and its use in measuring the mass in nowadays. For the measurements, we had a very delicate weigh and the latest methods for measuring size of the body with using a CCD camera.

We want to know if in the Middle Age goldsmiths had to find a suitable sample of seeds or they could select any sample of seeds.

We have defined a winning sample. We have proved that we can sort out a suitable seeds and we can use this sample as a unit of Carat even today.

## **Keywords**

Unit Carat; the weight of gold; the carob.

## Obsah

1	Úvod .....	4
2	Historie .....	4
2.1	Historie výskytu.....	5
2.2	Plody Rohovníku obecného a jejich využití .....	6
2.3	Karát .....	6
2.4	Historie vážení "na karáty" .....	7
2.5	Současnost .....	7
2.6	Přepočet karátu na gramy .....	7
3	Měření semen .....	7
4.1.	Původ našich vzorků.....	7
4.2.	Příprava měření a semen.....	8
4	Měření na vysoké škole Báňské .....	9
4.1	Měření velikosti .....	9
4.2	Naměřené rozměry .....	10
4.3	Měření hmotnosti.....	11
4.4	Naměřené hodnoty hmotnosti.....	12
4.5	Výsledky měření.....	16
4.6	Zhodnocení výsledků měření.....	18
5	Použitá literatura .....	19
6	Seznam obrázků a tabulek.....	20

# 1 Úvod

V laboratorních pracích z fyziky jsme zkoumaly jednotku Karát ze semínek Rohovníku obecného - jeho hmotnost. Zaujala nás celá historie, že ve středověku se pomocí těchto semínek měřily karáty zlata a jiných drahých kovů. Toto téma se nám hodně líbilo, proto jsme chtěly o něm získat více informací a vyzkoušet si, zda by se takto dalo měřit i v dnešní době.

Semínka Rohovníku jsme získaly od RNDr. Pavla Hulvy, Ph.D. z Karlovy Univerzity, který tyto semínka přivezl z Mallorky, kde se Rohovník obecný běžně pěstuje. Zapůjčil je naší škole pro ověření hmotnosti semínek na jednotku karát.

Naším cílem je ověřit, zda i v dnešní době roste Rohovník obecný se semínky, které odpovídají váhově semínkům v minulých letech. Pokusíme se prověřit starou metodu měření pomocí této jednotky a naučit se pracovat s velmi přesnými váhami a jejich kalibrací. Seznámit se s programem pixel-fox a kamerou CCD, díky kterému se naučme změřit velikost semen a jejich zaoblení.

V praxi by se touto metodou mohla měřit hmotnost drahých kamenů, perel a zlata v podmínkách, kde nemůžeme mít velmi kvalitní váhy.

## 2 Historie

Použití svatojánského chleba – Rohovníku obecného:

Jan Křtitel byl předchůdcem Krista. Měl zavedenou „prorockou živnost“ již v době, kdy Ježíš ještě hledal svou identitu. Stejně jako Kristus si nebyl jist sám sebou a vnitřní jistotu postupně nalézal, i Jan se považoval za předchůdce Mesiáše, ale nevěděl přesně, kdo jím má být. O Janu Křtitelovi svědčí všichni evangelisté, například Marek. [2]

Jan Křtitel vystoupil na poušti a kázal: „Čiňte pokání a dejte se pokřtít na odpuštění hříchů.“ Celá judská krajina i všichni z Jeruzaléma vycházeli k němu, vyznávali své hříchy a dávali se od něho křtít v řece Jordánu. Jan byl oděn velbloudí srstí, měl kožený pás kolem boků a jedl kobylinky a med divokých včel. A kázal: „Za mnou přichází někdo silnější, než jsem já; nejsem hoden, abych se sklonil a rozvázal řemínek jeho obuvi. Já jsem vás křtil vodou, on vás bude křtít Duchem Svatým.“ - CEP Marek 1:6-8 [2]

Jan Křtitel se vzdal komfortu města a drahého oblečení, odešel do pouště u Mrtvého moře, kde jedl kobylinky a med divokých včel. Výraz přeložený jako kobylinky má dva možné významy. Může to být hmyz podobný luční kobylce, který je prohlášen za čistý. Druhým významem může být druh bobů (karob neboli svatojánský chléb), které jedli ti nejchudší lidé. [4]1

---

[2] <http://myty.info/view.php?cisloclanku=2010080001>

[3] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohovn%C3%ADk\\_obecn%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohovn%C3%ADk_obecn%C3%BD)

[4] [http://www.inriroad.org/data/files/Materialy/Knihy/evangelium-podle-marka/Evanglium\\_podle\\_Marka1-4\\_George\\_R.\\_Knight.pdf](http://www.inriroad.org/data/files/Materialy/Knihy/evangelium-podle-marka/Evanglium_podle_Marka1-4_George_R._Knight.pdf)

## Rohovník obecný

Rohovník obecný	
Binomické jméno	<i>Ceratonia siliqua</i>
Říše	Rostliny
Podříše	Cévnaté rostliny
Oddělení	Krytosemenné
Třída	Vyšší dvouděložné
Čeleď	Bobovité
Rod	Rohovník



Obrázek 1: Rohovník obecný

### Rohovník obecný:

- Je stálezelený, malý až středně velký strom.
- Dorůstá výšky až 10 metrů.
- **Koruna** bývá hustá a polokulovitá, kmen tlustý, s hrubou hnědou **borkou**.
- **Listy** dosahují délky 10 až 20 cm, jsou sudozpeřené nebo lichozpeřené, složené ze 4 až 10 párů většinou vstřícných lístků.
- Jednotlivé lístky jsou kožovité, vejčité až eliptické, 3 až 7 cm dlouhé, na líci tmavě zelené a lesklé, na rubu světle zelené. **Palisty** jsou drobné nebo nezřetelné.
- Květy jsou drobné, načervenalé zelené, uspořádané v hustých jehnědovitých **klasech**.
- **Kalich** je diskovitý, pětičetný, s nektarem. **Koruna** chybí.
- V jednopohlavných květech jsou přítomny zakrnělé zbytky opačného pohlaví.
- **Semeník** je srostlý z 2 plodolistů obsahujících po několika **vajíčkách**. **Tyčinek** je 5.
- Plodem je kožovitý nepukavý lusk. Plody jsou 10 cm až 30 cm dlouhé, 1,5 cm až 3,5 cm široké a asi 1 cm tlusté. Za zralosti jsou tmavě hnědé. **Semena** jsou velmi tvrdá, zploštěle vejcovitá, uložená ve sladké dužnině. [3]

## 2.1 Historie výskytu

Rohovník obecný se pěstuje již od starověku ve většině Středomořských zemí. Většinou v mírně suché půdě. Strom uznávali už staří Řekové, kteří ho přivezli z Blízkého východu do Řecka a Itálie. Arabové ho pak rozšířili po pobřeží severní Afriky, Španělska a Portugalska. Později byl Rohovník rozšířen do různých regionů, jako je Kalifornie, Arizona, Mexiko, Chile, Argentina a části Austrálie. [6]2

[6] [http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Carob\\_tree\\_Ceratonia\\_siliqua\\_L\\_347.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Carob_tree_Ceratonia_siliqua_L_347.pdf)

[1] <https://www.malachit-obchod.cz/cz-clanek-6.html>

[3] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohov%C3%ADk\\_obecn%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohov%C3%ADk_obecn%C3%BD)

[5] <http://www.spektrumzdravi.cz/karob-neboli-svatojansky-chleb-zdravy-pamlsek-vhodny-i-pro-alergiky>

[7] <http://www.zdravapotravina.cz/clanky/karob-alias-svatojansky-chleb-clanek>

## 2.2 Plody Rohovníku obecného a jejich využití

Plody rohovníku se pod názvem *karob* používají v [potravinářství](#) a ve Středomoří i ke krmení dobytka. Mají nasládlou chuť, neobsahují [kofein](#) ani jiné psychoaktivní látky a často se používají jako [hypoalergenická](#) náhrada [mouky](#) při [bezlepkové](#) dietě a ke kojenecké výživě. Tyto lusky jsou přibližně 15-30 cm dlouhé, poměrně silné a široké. Slouží též jako náhrada [kakaa](#) v zákuscích a zmrzlinách. Konzumuje se struk bez zrníček. Z lusku této rostliny se vyrábí karobový prášek, který má hnědou barvu. Lusk je nejprve usušen a poté mlet na jemný prášek, který se díky své konzistenci, podobné barvě a chuti může použít jako náhrada za kakaový prášek. Karobový prášek je bohatý na bílkoviny, minerály (hořčík, vápník, fosfor, železo, nikl) a vitamíny A, B, D, O. Proti kakaovému prášku je až sedmkrát méně tučný a obsahuje až o třetinu méně kalorií. Karob také podporuje trávení a snižuje cholesterol v krvi. Je bohatým zdrojem vlákniny, pektinu a ligninu. V [Chorvatsku](#) se z plodů vyrábí pálenka. [7] [3]

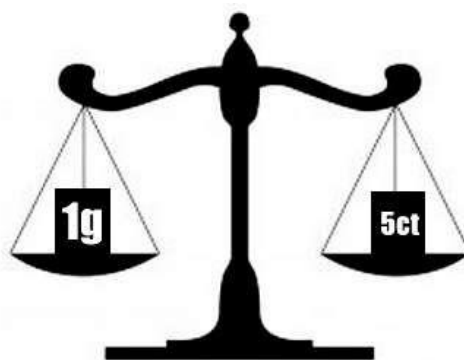
Z plodů se taktéž izoluje [karobová guma](#), která je povoleným přírodním potravinovým aditivem s číslem [E 410](#). Karobová guma slouží jako stabilizátor, emulgátor a zahušťovadlo v potravinářském průmyslu. Takto svatojánský chléb dokáže oddálit cukernou krystalizaci. Můžeme se s ním setkat v různých potravinách – užívá se jako zahušťovadlo mléčných výrobků, přidává se do výrobků pekařských, najdeme ho v sýrech, majonézách nebo nízkotučných jogurtech. [5]

## 2.3 Karát

Karát, arabsky kirat, označuje semeno Rohovníku obecného. Tato semena mají zpravidla jen minimálně kolísající váhu. Proto se stala základem pro vážení drahých kovů, kamenů a perel. U zlata se již na karáty neváží. Karát byl symbolicky ponechán jako poměrová jednotka ryzosti. [1]

**Karát (značka ct, Ct nebo CT)** je váhová jednotka pro drahé kameny. Jednotka nepatří do soustavy SI. Neplést si ale s **1kt (jeden karát)** což je **ryzost**, čistota udávaná pro drahé kovy.

$$1\text{ct} = 0,2\text{g}$$



$$1\text{g} = 5\text{ct}$$

## 2.4 Historie vážení "na karáty"

S [drahými kameny](#) se obchodovalo od pradávna. **Obchodníci** museli znát hmotnost drahého kamene, k tomu zejména ve středomoří **používaly malé semínko rohovníku obecného** (*Ceratonia siliqua*), **nazývaného též svatojánský chleba**. Strom byl (a stále je) ve středomoří dosti rozšířen a semena byla tedy snadno dostupná.

**Semena se vyznačovala poměrně stálou hmotností (0,197g - 0,216g)** a byla tedy k účelům určení hmotnosti, která je klíčová k určení ceny kamene, velmi vhodná. Počet semínek do dnešního jednoho gramu bylo třeba pět. Semínko tedy vážilo 1/5 g. **Svatojánský chleba se kolem středozevního moře nazýval "kharub, karob, kirat nebo keratio"** z těchto označení pochází i český název karát.

## 2.5 Současnost

**Od roku 1907 byl 4. generální konferencí pro míry a váhy zaveden tzv. metrický karát, který je roven přesně 200 mg (0,2 g). Dále se karát dělí na 100 setin.** Výhoda metrického karátu je, že lze drahé kameny vážit i gramovými závažími.

**Norma ČSN 011300 "Zákonné měřící jednotky" z roku 1979 metrický karát neuvádí.** Přesto se s ním setkáváme při vyjadřování hmotnosti drahých kamenů v dokumentaci a mezinárodním obchodě.

## 2.6 Přepočítání karátu na gramy

$$1\text{ct} = 0,2\text{g} \quad 1\text{g} = 5\text{ct}$$

**Značka karátu u hmotnosti drahých kamenů se uvádí například 1,08ct nebo 1,08Ct nebo 1,08CT** všechna označení jsou správná a označují to samé. [1]

# 3 Měření semen

## 4.1. Původ našich vzorků

Semínka Rohovníku obecného jsme získaly z Mallorky, kde se Svatojánský chléb pěstuje běžně a ve velkém. Semínka nám z Mallorcy přivezl RNDr. Pavel Hulva, Ph.D. z Univerzity Karlovy, který nám tím dal úžasný podnět a nápad na téma SOČ.

## 4.2. Příprava měření a semen



Obrázek 2: Vybraný vzorek semínek

K dispozici jsme měly dohromady 158 semínek Rohovníku obecného. Semínka jsme musely přetřídit a vybrat naše vhodné kandidáty pro měření. K výzkumu jsme vybraly vzhledově stejná semínka. Odebraly jsme semínka menších rozměrů a semínka, co byly již na první pohled lehčí než ostatní.

Z těchto 158 semínek jsme vyloučily pouze 18 kusů. To svědčí o tom, že jsme měly k dispozici vzorek semínek s přibližně stejnou velikostí. Vybraly jsme 140 semínek a rozhodly se, že jsou ty pravé pro náš výzkum.

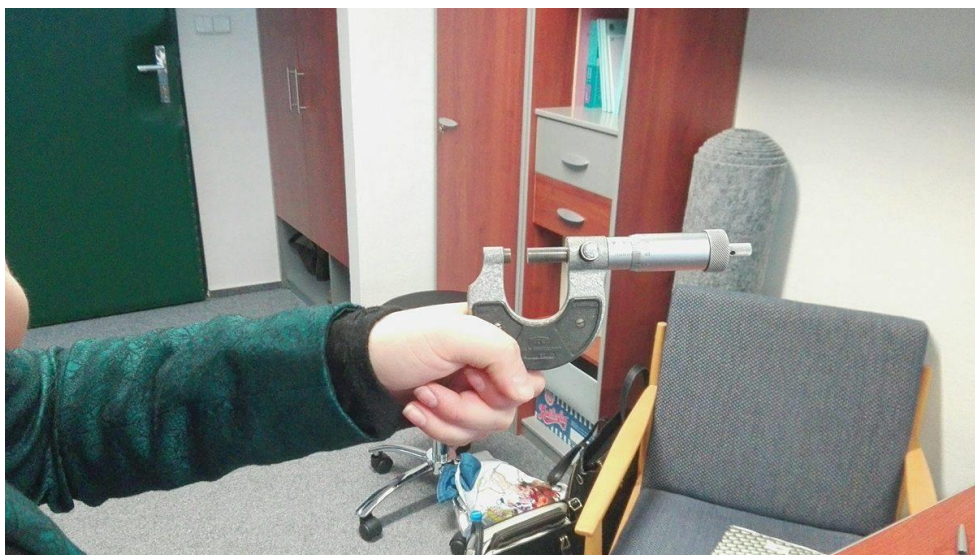
Kdysi měla semena poměrně stálou hmotnost (0,197g - 0,216g). Nejdříve jsme si ověřily, jakou hmotnost mají naše semínka.



## 4 Měření na vysoké škole Báňské

Na Vysoké škole Báňské v Ostravě jsme pod vedením Mgr. Jany Trojkové, Ph.D. měřily velikost a tvar semínek, pod vedením doc RNDr. Richarda Dvorského, Ph.D. jsme vážily semínka.

### 4.1 Měření velikosti



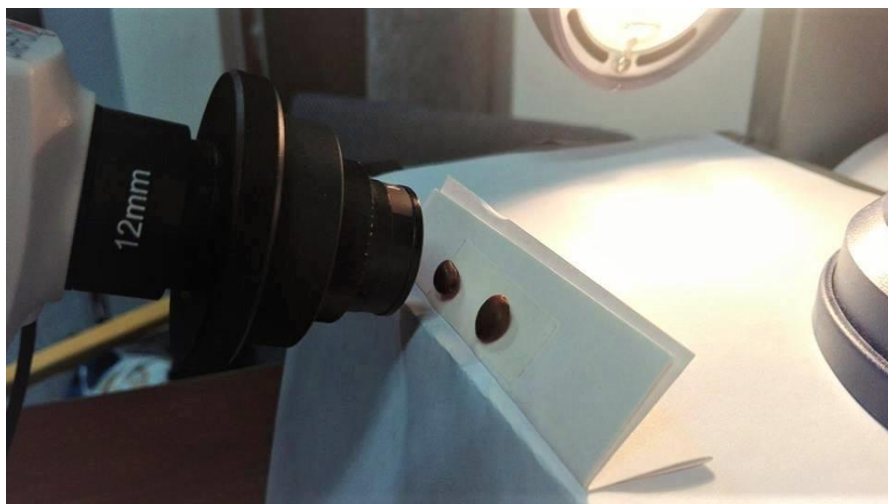
Obrázek 3: Měření mikrometrem

K měření velikosti semínek jsme se rozhodly vybrat dva vhodné kandidáty a pomocí CCD kamery a programu ke kameře pixel-fox: <https://www.pixel-fox.com/en.html> přesně určit délku a šířku, radián části semínka.

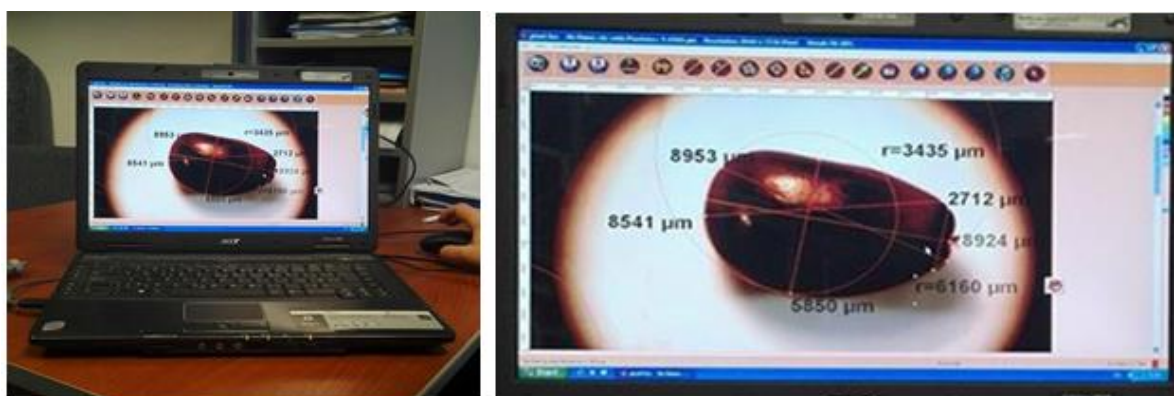
Pomocí mikrometru jsme změřily velikost dvou vzorků na délku a šířku. Tím jsme nastavily velikost v pixelech v programu na počítači. Potom jsme každé semeno přilepily na papír, aby je mohla kamera dobře snímat. Semínka jsme dobře nasvítily baterkou. Tato příprava byla důležitá pro správné měření.



Obrázek 4: Příprava semen k měření CCD kamerou



Obrázek 5: Přesné zaměření vzorku



Obrázek 6: Měření a ukládání hodnot

## 4.2 Naměřené rozměry

Rozměry	Měření mikrometrem [mm]	Měření CCD kamerou [ $\mu\text{m}$ ]
Délka a)	8,52	8 541
Délka b)	8,92	8 953
Délka c)	8,91	8 924
Šířka	5,82	5 850
Radiány	----	3435; 6160

Tabulka 1: Velikost a tvar semínek

### 4.3 Měření hmotnosti

Hmotnost semen jsme měřily v laboratoři měřící techniky na VŠB v Ostravě. Nejdříve jsme se seznámily s postupem měření na laboratorních váhách. Použily jsme nejpřesnější váhy, které měřily až na pět desetinných míst v gramech. Druhé váhy pro kontrolu měřily na dvě desetinná místa.

K dispozici jsme měli velice výkonné analytické váhy značky Sartorius. Tyto váhy zobrazují naváženou hmotnost s přesností na 5 desetinných míst. Nejmenší zobrazitelný dílek má tedy hodnotu 0,01mg (0,000 01g). Naše měření byla opravdu přesná, protože hmotnost nemohla být ovlivněna změnou teploty v okolním prostředí. Pokud by se teplota změnila o 2°K, váha aktivuje automaticky svou interní kalibraci. Při měření se hodnoty neustále měnily, proto jsme se rozhodly, že pro náš výzkum stačí hodnoty s přesností na 3 desetiny.

Měřily jsme tak, že před každým položením semínka, jsme váhu vyvážíly - tárovaly, potom jsme vložily semínko dovnitř, zavřely dvířka a rychle odečetly hodnotu. Váha totiž i tak ukazovala měnící se hodnoty na posledních místech. Do výpočtů jsme započítaly hodnoty do tří desetinných míst. Vybraných 140 semínek jsme postupně po jednom zvažily a vypočítaly jejich průměrnou hmotnost. K měření vítězných vzorků jsme použily speciální mističky na měření.



Obrázek 7: Příprava na vážení

Potom jsme semínka rozdělily do 5 skupin. Každá skupina obsahovala 24 semínek. K měření vítězných vzorků jsme použily speciální mističky. Bohužel přesná váha se nám neukázala. Znovu jsme několikrát měřily skupiny semínek v různých kombinacích, až jsme našly vítěznou skupinu.

#### 4.4 Naměřené hodnoty hmotnosti

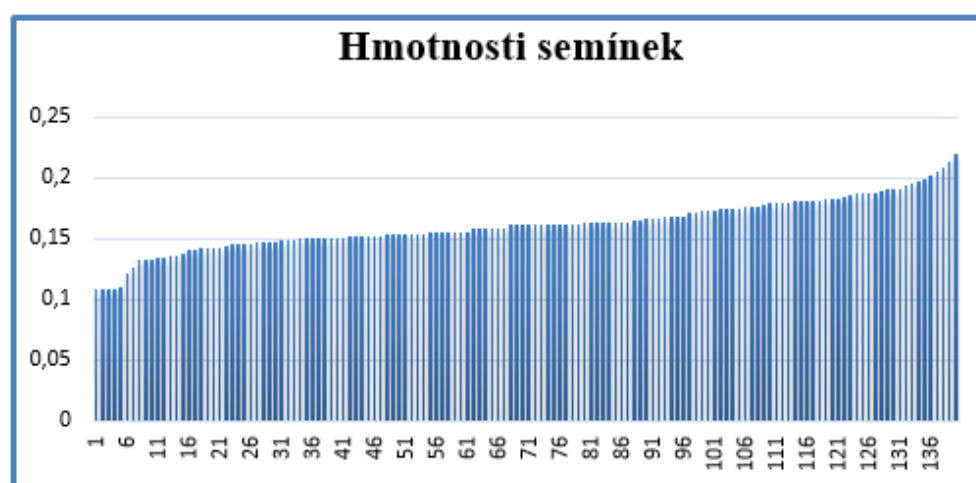
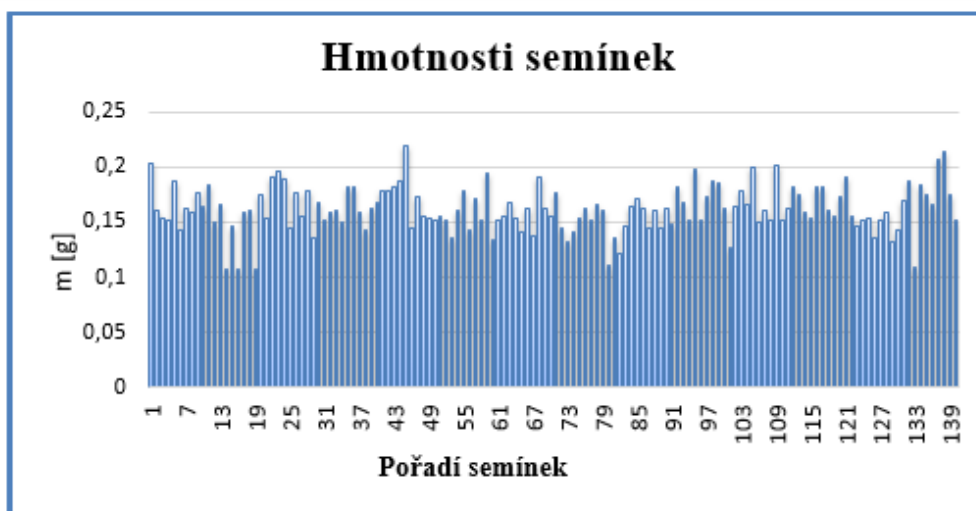
Tabulka 2: Hmotnost semínek

<b>Hmotnost semínek</b>										
<b>č.m.</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>	<b>m [g]</b>
1	0,204	0,158	0,145	0,168	0,202	0,174	0,151	0,184	0,179	0,175
2	0,161	0,176	0,176	0,109	0,152	0,153	0,187	0,149	0,136	0,165
3	0,154	0,164	0,156	0,183	0,163	0,191	0,143	0,166	0,167	0,206
4	0,151	0,184	0,179	0,175	0,181	0,186	0,163	0,108	0,151	0,214
5	0,187	0,149	0,136	0,165	0,145	0,189	0,158	0,147	0,158	0,175
6	0,143	0,166	0,167	0,206	0,176	0,151	0,176	0,108	0,161	0,152
7	0,163	0,108	0,151	0,214	0,156	0,197	0,164	0,159	0,149	0,156
8	0,158	0,147	0,158	0,175	0,179	0,151	0,184	0,161	0,181	0,173
9	0,176	0,108	0,161	0,152	0,136	0,173	0,149	0,108	0,181	0,191
10	0,164	0,159	0,149	0,156	0,167	0,188	0,166	0,174	0,159	0,155
11	0,184	0,161	0,181	0,173	0,151	0,162	0,108	0,153	0,142	0,147
12	0,149	0,108	0,181	0,191	0,158	0,168	0,147	0,191	0,152	0,152
13	0,166	0,174	0,159	0,155	0,161	0,159	0,108	0,196	0,194	0,153
14	0,108	0,153	0,142	0,147	0,149	0,178	0,159	0,189	0,133	0,136
15	0,147	0,191	0,152	0,152	0,181	0,179	0,161	0,145	0,151	0,204
16	0,108	0,196	0,194	0,153	0,181	0,166	0,108	0,176	0,155	0,161
17	0,159	0,189	0,133	0,136	0,159	0,179	0,174	0,156	0,168	0,154
18	0,161	0,145	0,151	0,204	0,142	0,154	0,153	0,179	0,154	0,151
19	0,108	0,176	0,155	0,161	0,152	0,162	0,191	0,136	0,141	0,187
20	0,174	0,156	0,168	0,154	0,194	0,151	0,196	0,167	0,162	0,143
21	0,153	0,179	0,154	0,151	0,133	0,165	0,189	0,151	0,138	0,163
22	0,191	0,136	0,141	0,187	0,151	0,161	0,145	0,158	0,191	0,149
23	0,196	0,167	0,162	0,143	0,155	0,111	0,176	0,161	0,163	0,161
24	0,189	0,151	0,138	0,163	0,168	0,135	0,156	0,149	0,156	0,152
25	0,145	0,158	0,191	0,149	0,154	0,121	0,179	0,181	0,177	0,202
26	0,176	0,161	0,163	0,161	0,141	0,147	0,136	0,181	0,145	0,152
27	0,156	0,149	0,156	0,152	0,162	0,164	0,167	0,159	0,132	0,163
28	0,179	0,181	0,177	0,202	0,138	0,171	0,151	0,142	0,141	0,181
29	0,136	0,181	0,145	0,152	0,191	0,163	0,158	0,152	0,158	0,145
30	0,167	0,159	0,132	0,163	0,163	0,145	0,161	0,194	0,176	0,176
31	0,151	0,142	0,141	0,181	0,156	0,161	0,149	0,133	0,164	0,156
32	0,158	0,152	0,158	0,145	0,177	0,145	0,181	0,151	0,184	0,179
33	0,161	0,194	0,176	0,176	0,145	0,162	0,181	0,155	0,149	0,136
34	0,149	0,133	0,164	0,156	0,132	0,148	0,159	0,168	0,166	0,167
35	0,181	0,151	0,184	0,179	0,141	0,182	0,142	0,154	0,108	0,151
36	0,181	0,155	0,149	0,136	0,158	0,161	0,162	0,141	0,147	0,158
37	0,159	0,168	0,166	0,167	0,176	0,152	0,168	0,162	0,108	0,161
38	0,142	0,154	0,108	0,151	0,164	0,158	0,179	0,138	0,159	0,149

39	0,162	0,141	0,147	0,158	0,184	0,132	0,178	0,191	0,161	0,181
40	0,168	0,162	0,108	0,161	0,149	0,143	0,181	0,163	0,108	0,181
41	0,179	0,138	0,159	0,149	0,166	0,169	0,188	0,156	0,174	0,159
42	0,178	0,191	0,161	0,181	0,108	0,188	0,219	0,177	0,153	0,142
43	0,181	0,163	0,108	0,181	0,147	0,174	0,144	0,145	0,191	0,152
44	0,188	0,156	0,174	0,159	0,108	0,159	0,173	0,132	0,196	0,194
45	0,219	0,177	0,153	0,142	0,159	0,153	0,156	0,141	0,189	0,133
46	0,144	0,145	0,191	0,152	0,161	0,182	0,154	0,154	0,151	0,151
47	0,173	0,132	0,196	0,194	0,108	0,181	0,151	0,162	0,197	0,155
48	0,156	0,141	0,189	0,133	0,174	0,168	0,156	0,151	0,151	0,168
49	0,154	0,154	0,151	0,151	0,153	0,109	0,151	0,165	0,173	0,154
50	0,151	0,162	0,197	0,155	0,191	0,183	0,135	0,161	0,188	0,141
51	0,156	0,151	0,151	0,168	0,196	0,175	0,161	0,111	0,162	0,162
52	0,151	0,165	0,173	0,154	0,189	0,135	0,179	0,135	0,168	0,138
53	0,135	0,161	0,188	0,141	0,151	0,121	0,143	0,121	0,179	0,191
54	0,161	0,111	0,162	0,162	0,197	0,147	0,172	0,147	0,178	0,163
55	0,179	0,135	0,168	0,138	0,151	0,164	0,152	0,164	0,181	0,156
56	0,143	0,121	0,179	0,191	0,173	0,171	0,194	0,171	0,188	0,177
57	0,172	0,147	0,178	0,163	0,188	0,163	0,133	0,163	0,219	0,145
58	0,152	0,164	0,181	0,156	0,162	0,145	0,151	0,145	0,144	0,132
59	0,194	0,171	0,188	0,177	0,168	0,161	0,155	0,161	0,173	0,141
60	0,133	0,163	0,219	0,145	0,179	0,145	0,168	0,145	0,156	0,158
61	0,151	0,145	0,144	0,132	0,178	0,162	0,154	0,162	0,154	0,176
62	0,155	0,161	0,173	0,141	0,179	0,148	0,141	0,148	0,151	0,164
63	0,168	0,145	0,156	0,158	0,166	0,182	0,162	0,182	0,156	0,184
64	0,154	0,162	0,154	0,176	0,199	0,168	0,138	0,168	0,151	0,149
65	0,141	0,148	0,151	0,164	0,154	0,151	0,191	0,151	0,135	0,166
66	0,162	0,182	0,156	0,184	0,162	0,197	0,163	0,197	0,161	0,108
67	0,138	0,168	0,151	0,149	0,151	0,151	0,156	0,151	0,179	0,147
68	0,191	0,151	0,135	0,166	0,165	0,173	0,177	0,173	0,143	0,108
69	0,163	0,197	0,161	0,108	0,161	0,188	0,145	0,188	0,172	0,159
70	0,156	0,151	0,179	0,147	0,111	0,162	0,132	0,162	0,186	0,161
71	0,177	0,173	0,143	0,108	0,135	0,168	0,141	0,168	0,163	0,108
72	0,145	0,188	0,172	0,159	0,121	0,179	0,154	0,179	0,126	0,174
73	0,132	0,162	0,186	0,161	0,147	0,178	0,162	0,178	0,164	0,153
74	0,141	0,168	0,163	0,108	0,164	0,181	0,151	0,181	0,179	0,191
75	0,154	0,179	0,126	0,174	0,171	0,188	0,165	0,188	0,166	0,196
76	0,162	0,178	0,164	0,153	0,163	0,219	0,161	0,219	0,199	0,189
77	0,151	0,181	0,179	0,191	0,145	0,144	0,111	0,144	0,154	0,151
78	0,165	0,188	0,166	0,196	0,161	0,173	0,135	0,173	0,162	0,197
79	0,161	0,219	0,199	0,189	0,145	0,156	0,121	0,156	0,151	0,151
80	0,111	0,144	0,154	0,151	0,162	0,154	0,147	0,154	0,165	0,173
81	0,135	0,173	0,162	0,197	0,148	0,151	0,164	0,151	0,161	0,188
82	0,121	0,156	0,151	0,151	0,182	0,156	0,171	0,156	0,111	0,162

83	0,147	0,154	0,165	0,173	0,161	0,151	0,163	0,151	0,135	0,168
84	0,164	0,151	0,161	0,188	0,152	0,135	0,145	0,135	0,121	0,179
85	0,171	0,156	0,111	0,162	0,158	0,161	0,161	0,161	0,147	0,178
86	0,163	0,151	0,135	0,168	0,132	0,179	0,145	0,179	0,164	0,181
87	0,145	0,135	0,121	0,179	0,143	0,143	0,162	0,143	0,171	0,188
88	0,161	0,161	0,147	0,178	0,169	0,172	0,148	0,172	0,163	0,219
89	0,145	0,179	0,164	0,181	0,188	0,186	0,182	0,186	0,145	0,144
90	0,162	0,143	0,171	0,188	0,174	0,163	0,168	0,163	0,161	0,173
91	0,148	0,172	0,163	0,219	0,159	0,126	0,151	0,126	0,145	0,156
92	0,182	0,186	0,145	0,144	0,153	0,164	0,197	0,164	0,162	0,154
93	0,168	0,163	0,161	0,173	0,182	0,179	0,151	0,179	0,148	0,151
94	0,151	0,126	0,145	0,156	0,181	0,166	0,173	0,166	0,182	0,156
95	0,197	0,164	0,162	0,154	0,168	0,199	0,188	0,182	0,168	0,158
96	0,151	0,179	0,148	0,151	0,109	0,149	0,186	0,149	0,109	0,135
97	0,173	0,166	0,182	0,156	0,183	0,161	0,163	0,161	0,183	0,161
98	0,188	0,199	0,168	0,151	0,175	0,152	0,126	0,152	0,175	0,179
99	0,186	0,149	0,109	0,135	0,165	0,202	0,164	0,202	0,165	0,143
100	0,163	0,161	0,183	0,161	0,206	0,152	0,179	0,152	0,206	0,172
101	0,126	0,152	0,175	0,178	0,214	0,163	0,166	0,163	0,214	0,186
102	0,164	0,202	0,165	0,143	0,175	0,181	0,199	0,181	0,175	0,163
103	0,179	0,152	0,206	0,172	0,152	0,174	0,149	0,174	0,152	0,126
104	0,166	0,163	0,214	0,186	0,156	0,159	0,161	0,159	0,156	0,164
105	0,199	0,181	0,175	0,163	0,173	0,153	0,152	0,153	0,173	0,179
106	0,149	0,174	0,152	0,126	0,191	0,182	0,202	0,182	0,171	0,166
107	0,161	0,159	0,156	0,164	0,155	0,181	0,152	0,171	0,155	0,199
108	0,152	0,153	0,173	0,179	0,147	0,161	0,163	0,161	0,147	0,154
109	0,202	0,182	0,191	0,166	0,152	0,152	0,181	0,152	0,152	0,162
110	0,152	0,181	0,155	0,199	0,153	0,158	0,174	0,158	0,153	0,155
111	0,163	0,161	0,147	0,154	0,136	0,132	0,159	0,132	0,136	0,165
112	0,181	0,152	0,152	0,162	0,204	0,143	0,153	0,143	0,204	0,161
113	0,174	0,158	0,153	0,151	0,161	0,169	0,182	0,169	0,161	0,111
114	0,159	0,132	0,146	0,165	0,154	0,168	0,181	0,188	0,144	0,135
115	0,153	0,143	0,214	0,161	0,181	0,109	0,161	0,129	0,151	0,121
116	0,182	0,169	0,161	0,121	0,187	0,123	0,156	0,183	0,187	0,147
117	0,181	0,188	0,154	0,135	0,143	0,175	0,173	0,175	0,143	0,164
118	0,161	0,139	0,151	0,141	0,163	0,165	0,161	0,165	0,163	0,171
119	0,156	0,133	0,187	0,147	0,149	0,206	0,155	0,206	0,149	0,163
120	0,173	0,175	0,143	0,164	0,161	0,144	0,147	0,203	0,161	0,145
121	0,191	0,165	0,163	0,171	0,152	0,175	0,152	0,175	0,152	0,161
122	0,155	0,202	0,149	0,163	0,181	0,152	0,153	0,152	0,202	0,145
123	0,147	0,212	0,161	0,145	0,188	0,156	0,136	0,156	0,152	0,162
124	0,152	0,175	0,152	0,161	0,219	0,143	0,152	0,173	0,163	0,148
125	0,153	0,152	0,202	0,146	0,144	0,191	0,158	0,171	0,181	0,182
126	0,136	0,156	0,154	0,162	0,173	0,155	0,132	0,155	0,174	0,161

<b>127</b>	0,152	0,173	0,163	0,148	0,156	0,147	0,143	0,147	0,154	0,152
<b>128</b>	0,158	0,191	0,181	0,182	0,154	0,152	0,169	0,152	0,153	0,158
<b>129</b>	0,132	0,155	0,174	0,161	0,171	0,153	0,178	0,153	0,182	0,152
<b>130</b>	0,143	0,157	0,159	0,162	0,156	0,136	0,109	0,136	0,181	0,143
<b>131</b>	0,169	0,152	0,153	0,158	0,157	0,204	0,183	0,204	0,161	0,169
<b>132</b>	0,188	0,153	0,182	0,132	0,135	0,161	0,175	0,161	0,152	0,188
<b>133</b>	0,109	0,136	0,181	0,143	0,161	0,154	0,165	0,143	0,158	0,174
<b>134</b>	0,183	0,202	0,161	0,169	0,179	0,151	0,206	0,151	0,132	0,159
<b>135</b>	0,175	0,161	0,152	0,188	0,143	0,167	0,201	0,187	0,143	0,153
<b>136</b>	0,165	0,154	0,158	0,174	0,172	0,143	0,175	0,143	0,169	0,182
<b>137</b>	0,206	0,151	0,142	0,159	0,186	0,163	0,152	0,163	0,183	0,181
<b>138</b>	0,214	0,187	0,143	0,153	0,163	0,158	0,204	0,158	0,145	0,168
<b>139</b>	0,175	0,143	0,169	0,182	0,126	0,176	0,161	0,176	0,176	0,129
<b>140</b>	0,152	0,163	0,188	0,181	0,164	0,164	0,154	0,164	0,156	0,183
<b>Součet</b>	<b>22,611</b>	<b>22,593</b>	<b>22,643</b>	<b>22,651</b>	<b>22,667</b>	<b>22,699</b>	<b>22,558</b>	<b>22,562</b>	<b>22,571</b>	<b>22,66</b>
<b>Průměr</b>	<b>0,162</b>	<b>0,161</b>	<b>0,162</b>	<b>0,162</b>	<b>0,162</b>	<b>0,162</b>	<b>0,161</b>	<b>0,161</b>	<b>0,161</b>	<b>0,162</b>



Obrázek 8: Graf hmotnosti podle pořadí a po třídění

Tabulka 3: Průměrné hmotnosti semen

Hmotnost semínek						
č. m.	m [g]	Δ m [g]	Δ <sup>2</sup> m [g]	m [g]	Δ m [g]	Δ <sup>2</sup> m [g]
1	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
2	0,161	0,001	0,000001	22,593	0,016	0,000256
3	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
4	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
5	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
6	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
7	0,161	0,001	0,000001	22,611	0,002	0,000004
8	0,161	0,001	0,000001	22,611	0,002	0,000004
9	0,161	0,001	0,000001	22,611	0,002	0,000004
10	0,162	0	0	22,611	0,002	0,000004
<b>Součet</b>	<b>1,616</b>	<b>0,004</b>	<b>0,000004</b>	<b>226,092</b>	<b>0,034</b>	<b>0,000292</b>
<b>Průměr</b>	<b>0,162</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0000004</b>	<b>22,609</b>	<b>0,0034</b>	<b>0,0000292</b>

#### 4.5 Výsledky měření

$$m_1 : \overline{m_1} = 0,162 \text{ g}$$

$$\sum \Delta^2 m_1 = 0,000004 \text{ g}$$

$$\Delta m_1 = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2 m_1}{n \cdot (n-1)}}$$

$$\Delta m_1 = \sqrt{\frac{0,000004}{10 \cdot (10-1)}} \text{ g} = 0,0002108185 \text{ g} \cong 0,0002 \text{ g}$$

$$\delta m_1 = \frac{\Delta m_1}{m_1} \cdot 100\%$$

$$\delta m_1 = \frac{0,0002}{0,162} \cdot 100\% = 0,1230137876 \cong 0,12\%$$

**Výsledek:  $m_1 = (0,1620 \pm 0,0002) \text{ g}$  s relativní odchylkou 0,12 %**

$$\sum \Delta^2 m_2 = 0,000292 \text{ g}$$

$$\Delta m_2 = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2 m_{21}}{n \cdot (n-1)}}$$

$$\Delta m_2 = \sqrt{\frac{0,000292}{10 \cdot (10-1)}} \text{ g} = 0,001801234145 \text{ g} \cong 0,0018 \text{ g}$$

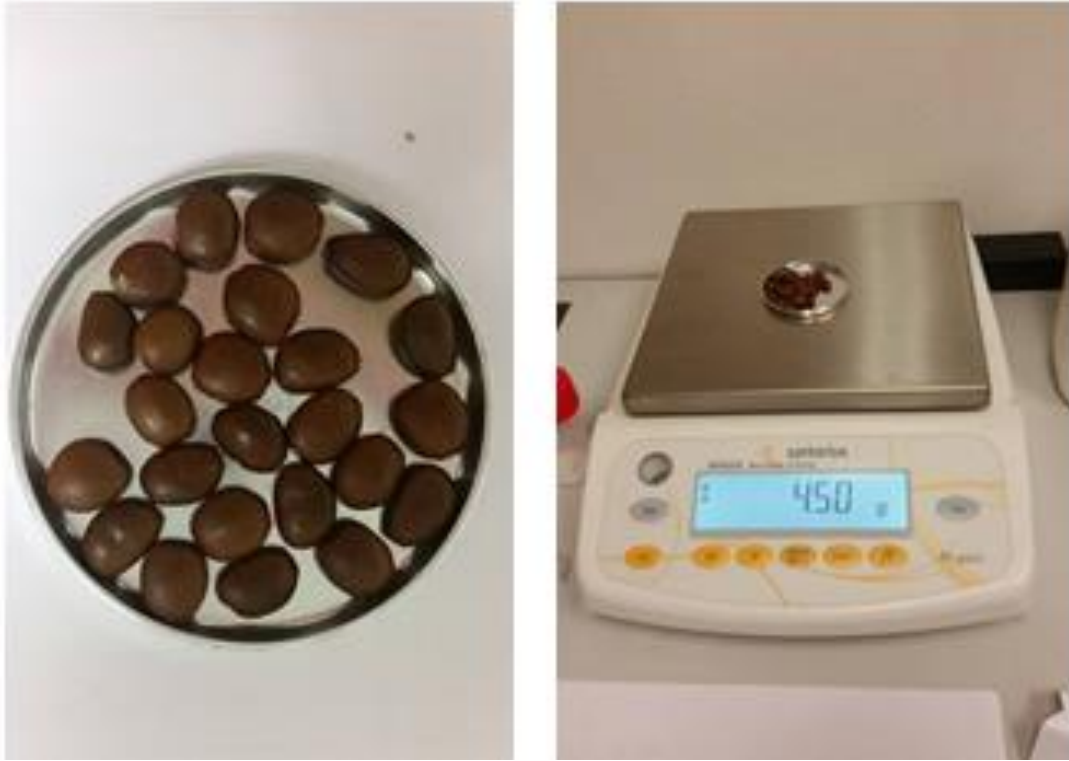
$$\delta m_2 = \frac{\Delta m_2}{m_2} \cdot 100\%$$

$$\delta m_2 = \frac{0,0018}{22,609} \cdot 100\% = 0,00796\% \cong 0,008\%$$

**Výsledek:  $m_2 = (22,6090 \pm 0,0018) \text{ g}$  s relativní odchylkou 0,008 %**

**Tento vzorek by vážil 3,888 g, což nevyhovuje jednotce karát, proto jsme musely vybrat ze vzorku vhodná semínka. Pro použitelný vzorek jsme musely vybrat těžší semínka.**





Obrázek 9: Vítězný vzorek a kontrola vážení

#### 4.6 Zhodnocení výsledků měření

Pro naše měření jsme použily velmi přesné váhy, proto i výsledky měření mají malou relativní odchylku měření. Přesnější byla hodnota počítána ze všech vzorků.

Zjistily jsme, že zlatníci v dávných dobách museli semínka vybírat. Semínka mají velice podobnou hmotnost, **ale menší než původní vzorek v minulosti**. Zřejmě v dnešní době jsme měly vzorek semínek z nedozrálého plodu, nebo strom rostl v horších klimatických podmínkách, než stromy v dávných dobách. Proto jsme musely ze 140 semínek vybrat pouze ty nejtěžší a nejmohutnější. Vybraly jsme postupně vždy 24 semínek a pustily se znovu do měření. Po několika pokusech nám opravdu vyšla správná váha. Tento vzorek jsme označily jako vítězný.

**Podařilo se nám přesně změřit vzorek semínek**, abychom ověřily jeho hmotnost a použily ho jako jednotku karát v praxi. Tím jsme splnily zadaný úkol pro Karlovu Univerzitu. Naše výsledky ukázaly, že nemáme vhodná semínka, nebo je musíme důkladně přebrat pro výběr vhodného vzorku.

V praxi by se touto metodou mohla měřit hmotnost drahých kamenů, perel nebo zlata v podmínkách, kde nemůžeme mít velmi kvalitní váhy.

## 5 Použitá literatura

- [1] <https://www.malachit-obchod.cz/cz-clanek-6.html>
- [2] <http://myty.info/view.php?cislocclanku=2010080001>
- [3] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohovn%C3%ADk\\_obecn%C3%BD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rohovn%C3%ADk_obecn%C3%BD)
- [4] [http://www.inriroad.org/data/files/Materialy/Knihy/evangelium-podle-marka/Evanglium\\_podle\\_Marka1-4\\_George\\_R.\\_Knight.pdf](http://www.inriroad.org/data/files/Materialy/Knihy/evangelium-podle-marka/Evanglium_podle_Marka1-4_George_R._Knight.pdf)
- [5] <http://www.spektrumzdravi.cz/karob-neboli-svatojansky-chleb-zdravy-pamlsek-vhodny-i-pro-alergiky>
- [6] [http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Carob\\_tree\\_Ceratonia\\_siliqua\\_L.\\_347.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Carob_tree_Ceratonia_siliqua_L._347.pdf)
- [7] <http://www.zdravapotravina.cz/clanky/karob-alias-svatojansky-chleb-clanek>

## 6 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Rohovník obecný .....	5
Obrázek 2: Vybraný vzorek semínek .....	8
Obrázek 3: Měření mikrometrem .....	9
Obrázek 4: Příprava semen k měření CCD kamerou .....	9
Obrázek 5: Přesné zaměření vzorku .....	10
Obrázek 6: Měření a ukládání hodnot .....	10
Obrázek 7: Příprava na vážení .....	11
Obrázek 8: Graf hmotnosti podle pořadí a po třídění.....	15
Obrázek 9: Vítězný vzorek a kontrola vážení .....	17
Tabulka 1: Velikost a tvar semínek.....	10
Tabulka 2: Hmotnost semínek.....	12
Tabulka 3: Průměrné hmotnosti semen .....	16